

明細書

伝熱管パネルモジュールと該モジュールを用いる排熱回収ボイラの建設方法

5 技術分野

本発明は複合発電（コンバインドサイクル発電）プラントに用いられる排熱回収ボイラ（以下、H R S Gと称することがある）に関し、特に排熱回収ボイラの建設方法（モジュール化工法）と該方法で用いる伝熱管パネルモジュール構造物に関する。

10

背景技術

ガスタービンを用いる複合発電プラントは石炭焚きボイラ等を用いる火力発電プラントに比較して熱効率が高く、燃料として主に天然ガスを用いるので硫黄酸化物及びばい塵の発生量が少ないため排ガスの浄化処理の負担が少なく、将来性の高い発電プラントとして注目されている。また複合発電プラントは負荷応答性に優れており、電力需要に応じて、その発電出力を急激に変えることができる高頻度起動停止運転（Daily Start Daily Stop）に適した発電方式としても注目されている。

複合発電プラントは、発電用ガスタービンと該ガスタービンの排ガスを用いて蒸気を発生させるH R S Gと、該H R S Gで得られた蒸気を用いて発電を行う蒸気タービンを主要な構成機器とするプラントである。

図1に助燃バーナを内部に備えた横型H R S Gの概略構成図を示すが、H R S Gは水平方向にガスタービンからの排ガスGが流れるガスダクトであるケーシング1を備え、該ケーシング1のガスタービン排ガスGが導入される入口付近の内部に助燃バーナ2が配置され、その後流側に多数の伝熱管群3が配置されている。前記伝熱管群3は一般的には上流側から下流側に過熱器3 a、蒸発器3 b及び節炭器3 cが順に配置されているが、再熱器（図示せず）を配置する場合もある。

H R S Gを含めて複合発電プラントを構成する機器は、大容量の火力発電プラ

ントを構成する機器に比較して、その容量が小さく、プラント用機器製造工場内で完成に近い段階まで組み立てた後に輸送可能であり、その場合には現地での据え付け作業が比較的簡単に行える。そのため前記火力発電プラントを構成する大容量の機器に比べて短期間で据え付けが完了する。

- 5 しかし、それでもH R S Gなどは決してサイズが小さい機器ではなく、その据え付け作業には多大の労力と時間が必要である。例えば、H R S Gは百数十本の伝熱管とその管寄せを一単位とする伝熱管群3を建設現地に必要な数だけ輸送して、建設現地で予め建設されているH R S Gケーシングの天井部に設けた支持梁に伝熱管パネルを一単位ごとに吊り下げる作業を行っていた。何千本、何万本も
10 ある伝熱管を、このように高所に吊り下げる作業を繰り返し行うことは危険を伴うだけでなく、工期が長くなり、建設コストが高くなることも問題点であった。

そのため、H R S Gの伝熱管群3を幾つかのモジュールに分けて、それらのモジュールを一単位として製造工場内で完成させ、建設現地ではそれを組み立てるだけで据付けが完了するようにH R S Gを構成する機器をモジュール化してH R
15 S Gの建設を容易にする技術開発が強く望まれている。

特に、日本国外でH R S Gの建設用部品を調達すること及び良質な建設要員を確保することが困難であることなどの事情を考慮すると、H R S Gを構成する機器の製造に必要な技術力があり、品質管理または工程管理等の管理体制が整い、熟練要員が多い日本国内の前記機器の製造工場において前記機器を複数のモジュ
20 ールに分けた部分品として完成させ、現地に輸送して、組み立てるモジュール化工法が非常に有利である。特に複合発電プラントを構成する機器の中で容量が比較的大きいH R S Gを複数のモジュールに分けて予め工場で製造し、H R S Gの建設現地で組み立てる工法の開発が望まれている。

本発明の目的は、排熱回収ボイラの構成機器を複数にモジュール化して工場内
25 で製造し、各モジュールを現地に輸送して組み立てるための有利なH R S Gの建設方法と該方法で用いる伝熱管パネルモジュールを提供することである。

また、本発明の目的は、輸送時の伝熱管パネルの損傷を防ぎ、同時に輸送コストも節約可能で、かつ据え付け後に無駄になる部材の発生を少なくしたH R S Gの建設方法と該方法で用いる伝熱管パネルモジュールを提供することである。

発明の開示

本発明は、排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路を構成するケーシング 1 内に伝熱管群 3 を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、

伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と該伝熱管パネル 2 3 の上方に設けた上部ケーシング 2 0 と該上部ケーシング 2 0 の上面に設けられた前記伝熱管パネル支持梁 2 2 を含む部材を輸送フレーム 2 4 内に収納して得られるモジュール 2 5 を排熱回収ボイラの設計仕様に従って必要なサイズと個数分作製し、予め排熱回収ボイラの建設現地において天井部支持梁 3 3、3 4 を含む前記モジュール 2 5 支持用の構造部材と天井部以外の排熱回収ボイラの側面ケーシング 1 a、1 b と底面ケーシング 1 c を建設しておき、前記各モジュール 2 5 を排熱回収ボイラの建設現地において隣接する各天井部支持梁 3 3 間に上方から吊り降ろすことで天井部支持梁 3 3 の設置高さに各モジュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して両方の支持梁 2 2、3 3 を接続用の鋼板 3 6、3 9、4 0 を介して接続固定する排熱回収ボイラの建設方法である。

前記排熱回収ボイラの建設方法において、排熱回収ボイラの建設現地で各モジュール 2 5 のガス流れに垂直となる面を上下方向に配置して立て起こし治具 3 7 上に仮止めし、各モジュール 2 5 を載置した前記立て起こし治具 3 7 を排熱回収ボイラの側面ケーシング 1 a 又は 1 b の隣接位置においてクレーン 4 2 により、立て起こし治具 3 7 の長手方向が鉛直方向に向くように立て掛け、次いで、各モジュール 2 5 のガス流れと垂直になる面が排熱回収ボイラの側面ケーシング 1 a 又は 1 b に沿うように配置して前記立て起こし治具 3 7 を側面ケーシング 1 a 又は 1 b に仮止めし、クレーン 4 2 の吊り上げ対象を、側面ケーシング 1 a 又は 1 b に仮止めした立て起こし治具 3 7 の内部に載置されているモジュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 に代え、該モジュール 2 5 を上方に吊り上げて立て起こし治具 3 7 から外し、排熱回収ボイラの支持構造部材の中の隣接する天井部支持梁 3 3 間に上方から前記クレーン 4 2 で吊り上げたモジュール 2 5 を吊り下げてモ

よい。

また、上記排熱回収ボイラの建設方法において、天井部支持梁 3 3 の設置高さに各モジュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して前記両方の支持梁 2 2、3 3 を接続用の第一の鋼板 3 6 を介して接続固定した後に、各モジュール 2 5 の 5 上部ケーシング 2 0 と天井部支持梁 3 3 の間にできる間隙を第二の鋼板 3 9 で塞いで、前記上部ケーシング 2 0、天井部支持梁 2 2 および第二の鋼板 3 9 を溶接接続する方法を採用しても良い。

さらに、各モジュール 2 5 の上部ケーシング 2 0 の下方には保温材 1 3 を設け、また、上部管寄せ 7 には蒸気または水を流通させる連絡管を設け、各モジュール 10 2 5 の上部ケーシング 2 0 と上部管寄せ 7 の間であって、伝熱管パネル支持梁 2 2 から吊り下げるように管寄せサポート 1 1 を設けることができる。

また、本発明は、伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と該伝熱管パネル 2 3 の上方に設けた上部ケーシング 2 0 と該上部ケーシング 2 0 の上面に設けられた前記伝熱管パネル支持梁 2 2 を含む部材と、前 15 記部材群を囲う剛体からなる輸送フレーム 2 4 とを一モジュール単位として、前記一モジュール単位の伝熱管パネル 2 3 には伝熱管群 3 の長手方向を横断する方向に隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 1 8 とを備えた排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュール 2 5 である。 20 前記伝熱管パネルモジュール 2 5 において、防振サポート 1 8 の端部と輸送フレーム 2 4 との間に配置される揺れ止め用固定部材 3 2 とを備えた構成とすることができる。

本発明では、伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と該伝熱管パネル 2 3 の上方に設けた上部ケーシング 2 0 と該上部ケーシング 2 0 の上面に設けられた前記伝熱管パネル支持梁 2 2 を含む部材を輸送フレーム 2 4 内に収納して得られる伝熱管パネルモジュール 2 5 は、伝熱管パネル 2 3 が輸送フレーム 2 4 で固定でき、輸送中の揺れで損傷するおそれがなくなる。

特に、防振サポート 1 8、2 6、2 7、3 2 と輸送フレーム 2 4 の間に揺れ止

め用固定部材 3 2 を配置すると輸送中の揺れによる損傷を防止する効果が高くなる。

また、H R S G の建設現地では天井部支持梁 3 3、3 4 を含む支持構造部材と天井部以外の排熱回収ボイラの側面ケーシング 1 a、1 b と底面ケーシング 1 c 5 が予め建設されているので、立て起こし治具 3 7 とクレーン 4 2 を用いて、上記伝熱管パネルモジュール 2 5 から輸送フレーム 2 4 を取り外し、隣接する各天井部支持梁 3 3 間に上方から吊り降ろすことで天井部支持梁 3 3 の設置高さに各モジュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して両方の支持梁 2 2、3 3 を接続用の鋼板 3 6、3 9、4 0 を介して接続固定する。

- 10 このように、伝熱管パネルモジュール 2 5 を、その製造工場内で製造し、各モジュール 2 5 を建設現地に輸送して、現地で据え付けることで H R S G のケーシング 1 と共に伝熱管パネル 2 3 の設置が完了することになり、H R S G のケーシング 1 の内部上方での危険な建設作業が無くなり、足場の設置、及びその解体作業も不要となり、H R S G のケーシング 1 に容易に、かつ短時間で伝熱管パネル
- 15 2 3 を設置できるので短い工期で H R S G を建設できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、助燃バーナを内部に備えた横型排熱回収ボイラの概略構成図である。

- 20 図 2 は、ボイラのガス流れ方向に直交する断面を見た H R S G のケーシング内部に配置される伝熱管群の構成図である。

図 3 は、ボイラのガス流れ方向の断面を見た H R S G のケーシング内部に配置される伝熱管群の構成図である。

図 4 は、伝熱管パネルモジュールの斜視図である。

- 25 図 5 は、伝熱管パネルモジュールの上管寄せと上部ケーシング部分の斜視図である。

図 6 は、伝熱管パネルモジュールの揺れ止め固定部材の側面図である。

図 7 は、伝熱管パネルモジュールの揺れ止め固定部材の側面図である。

図 8 は、H R S G の建設現地に予め建設されたケーシングの斜視図である。

図 9 は、モジュール立て起こし治具にモジュールを載置する様子を示す側面図である。

図 10 は、立て起こし治具によりモジュールを吊り上げる様子を示す側面図である。

5 図 11 は、立て起こし治具によりモジュールを吊り上げる様子を示す平面図である。

図 12 は、立て起こし治具をケーシング側面に支持させた状態で、モジュールのみをクレーンで吊り上げる様子を示す図である。

図 13 は、H R S G のケーシングの天井部の一つの開口からケーシング内に挿入したモジュールの上部ケーシング付近の側面図（伝熱管パネル部分取付後の図 8 の A - A 線切断面図）である。

図 14 は、本発明の一実施例の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネルの斜視図である。

図 15 は、図 14 の平面図である。

15 図 16 は、従来の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネル部分の平面図である。

発明を実施するための最良の形態

20 本発明の実施の形態になる排熱回収ボイラのモジュール化工法の説明を図面と共にする。

図 2 はボイラのガス流れ方向に直交する断面を見た図、図 3 にはボイラのガス流れ方向の断面を見た図を示す。なお、図 2 は図 1 の A - A 線断面矢視図に相当し、図 3 は図 2 の A - A 線断面矢視図に相当する。

25 排熱回収ボイラの伝熱管パネル 23 は図 2、図 3 に示すように伝熱管 6、上部管寄せ 7、下部管寄せ 8、上部連絡管 9、下部連絡管 10 によって構成され、伝熱管 6 は上部で管寄せサポート 11 を介して伝熱管パネル支持梁 22 によって支持されている。また伝熱管パネル 23 は、その外周はケーシング 1 と内部ケーシング 12 およびケーシング 1 と内部ケーシング 12 の間に充填される保温材 13

によって覆われ、伝熱管パネル支持梁 22 に支持されている。伝熱管 6 の外周にはフィン 16（一部のみ図示）が巻き付けられており、フィン付き伝熱管 6 は排ガス流れ方向に対して千鳥状に複数配置されている。伝熱管 6 は排ガス G が伝熱管 6 同士の間を通過する際に、ある速さ以上になると、通過する排ガス G の流体

5 力と排ガス G の経路を構成している伝熱管 6 の剛性力とがお互いに干渉することにより、伝熱管 6 が自励振動する流力弾性振動と呼ばれる現象を起こすおそれがある。その流力弾性振動を防止するためと前後および左右の伝熱管 6 が互いに接触することを避けるために管軸に直交する方向に設けられた防振サポート 18 により束ねられている。

- 10 図 4 には伝熱管パネルモジュール 25 の斜視図を示す。ケーシング 1 内部に配置される前記構成からなる複数の伝熱管 6 の群と管寄せ 7、8 からなる伝熱管パネル 23 を複数に分けてモジュール化し、得られた各伝熱管パネルモジュール 25（以下、単にモジュール 25 と称する）を輸送用フレーム 24 に収納する。一つの輸送フレーム 24 内には約 600 本の伝熱管 6 とそれらの上下管寄せ 7、8
- 15 と上下の連絡管 9、10、さらに内部ケーシング 19、保温材 21、上部ケーシング 20、伝熱管パネル支持梁 22 等を一体物として収納する。図 5 には上管寄せ 7 と上部ケーシング 1、12、13 部分（19～21）の斜視図を示す。

蒸気温度が 1300℃級の複合発電プラント用の HRSG では、ガス流路の幅方向（ガス流れに直交する方向）に 2 または 3 個のモジュール 25 に分割し、ガス

20 ス流れ方向には伝熱管群の配置と輸送上の制約から 6～12 のモジュール 25 に分割するが、各モジュール 25 は HRSG 内での配置位置に応じてサイズが異なる場合がある。一つのモジュール 25 のサイズは、例えば長さ 26 m、幅 3～4.5 m、高さ 1.5～4 m である。

各モジュール 25 にはフィン付き伝熱管パネル 23 を 3～8 パネル、隣接する

25 他のモジュール 25 の管寄せとの間で被加熱流体が流通する上部連絡管 9、上部ケーシング 20、上部ケーシング 20 の内面に取り付けた保温材 21 および内部ケーシング 19 を建設現地据え付け後の完成品の寸法でそれぞれ組み込み、また、さらに上部ケーシング 20 の上には H 型鋼からなる伝熱管パネル支持梁 22 を所定本数取付け、該支持梁 22 に対応する上部ケーシング 20 の内側に上部管寄せ

7を支持するためのサポート11を設ける。前記各部品を輸送フレーム24内に囲むようにして取り付け一つのモジュール25とする。

H R S Gケーシング1の内部に配置される伝熱管パネル23は上部ケーシング20に取り付ける支持梁22に吊り下げて支持されるだけであり、輸送フレーム524で固定していないと輸送中の揺れで損傷するおそれがある。

本実施の形態では図6に示すように防振サポート18と輸送フレーム24の間に揺れ止め用固定ボルト26を配置する。輸送フレーム24の外側から防振サポート18の端部に向けて押圧可能な揺れ止め用固定ボルト26を押し当てた後、ロックナット27で締め付けて伝熱管パネル23を防振サポート18を介して輸送フレーム24に固定する(図6(a))。H R S G建設現地でモジュール25を据え付ける際に、このロックナット27の締め付けをゆるめて前記固定ボルト26の防振サポート18への押圧を解除してモジュール25を輸送フレーム24から取り外す(図6(b))。

また、図示していないが、輸送フレーム24と防振サポート18の端部の間隔15に相当する長さのプレートを用意する揺れ止め用固定部材を輸送フレーム24と防振サポート18の両方に溶接しておき、輸送後はこの固定部材を切断することでも良い。

さらに、輸送フレーム24と防振サポート18の端部の間隔に相当する厚みの木材などのプレートを、前記間隔に差し込んでおき、輸送後は、このプレートを20抜き出すことでも良い。

また、伝熱管パネル23が振動しないように、砂、ゲル材等の充填物を輸送フレーム24の内側の伝熱管パネル23の要所要所に充填しておき、輸送後は、この充填物を抜き出すことでも良い。

また、図7に示すような幅が変更可能な一対のロッド31を備えた揺れ止め用25固定部材32で伝熱管パネル23の輸送中の損傷を防止することもできる。固定部材32は、一対のロッド31の間にそれぞれ回動自在に支持された橋掛けアーム28を複数取付けてハシゴ状の構造体であり、カム29と一体のレバー30を一方のロッド31に設けられたカム29の回動中心29aを中心に回動させて、カム29の先端を他方のロッド31に押圧させて一対のロッド31の間隔を変更

する。輸送フレーム 24 と防振サポート 18 の端部の間隔に固定部材 32 を差し込み、カム付きレバー 30 を操作して一对のロッド 31 の間隔を調整して輸送フレーム 24 と防振サポート 18 を固定し、輸送後にもカム付きレバー 30 の調整で固定部材 32 を取り外す。

- 5 モジュール 25 内の上部ケーシング 20 は、隣接するモジュール 25 の上部ケーシング 20 同士をつなぎ合わせて H R S G のケーシング 1 の天井部分を構成するケーシング部材であり、図 8 に示すように H R S G の建設現地では天井部分を除いたケーシング部材で H R S G のケーシング 1 を予め建設しておく（図 8 はケーシング 1 のコーナ部のみを示す。）。該ケーシング 1 は側面ケーシング 1 a、
10 1 b と底面ケーシング 1 c からなるが、保温材 21 がそれぞれ側面ケーシング 1 a、1 b 及び底面ケーシング 1 c の内面に張り付けられており、それぞれが図示しない H 型鋼で構成される枠構造物で補強されている。H R S G 天井部にはケーシングが無く、天井部のケーシング 1 は各モジュール 25 の上部ケーシング 20 を繋ぎ合わせて構成する。なお、モジュール 25 内の保温材 21 は、隣接するモ
15 ジュール 25 の保温材 21 同士をつなぎ合わせて H R S G のケーシング 1 に張り付けられる保温材 13 を構成する部材であり、同様にモジュール 25 内の内部ケーシング 19 は、隣接するモジュール 25 の内部ケーシング 19 同士をつなぎ合わせて H R S G の内部ケーシング 12 を構成する部材である。

各モジュール 25 の上部ケーシング 20 を繋ぎ合わせるためための H 型鋼から
20 なる支持部材を兼ねた天井部支持梁 33、34 を前記建設現地のケーシング 1 の天井面に予め格子状に設けておく。

H R S G の建設現地に到着したモジュール 25 は順次、ケーシング 1 の天井部分の支持梁 33、34 の間のケーシング 1 の開口部に上方からクレーン 42 で挿入されるが、その前に現地に到着したモジュール 25 は、図 9 に示すように、モ
25 ジュール立て起こし治具 37 に載せられる（図 9（a））。次いでモジュール立て起こし治具 37 にモジュール 25 の要所を固定して（図 9（b））、モジュール 25 の吊り上げに障害となる輸送フレーム部分（図示せず）を撤去し、同時に輸送時の揺れ止め用の固定部材も撤去する（図 9（c））。

前記立て起こし治具 37 の設置場所では、立て起こし治具 37 の長手方向が H

R S Gケーシング 1 の長手方向、すなわち H R S G のガス流路に沿う方向に配置される。従って、図 10 の H R S G の側面図に示すように、立て起こし治具 37 の先端に取り付けられている吊り天秤 38 にクレーン 42 のワイヤを係止させて、モジュール 25 の上部ケーシング 20 側を上方に吊り上げる。このとき立て起こし治具 37 の基部側を中心に回転するようにクレーン 42 により立て起こし治具 37 が吊り上げられ、立て起こし治具 37 の長手部分が地面に対して垂直に向いた時点で立て起こし治具 37 の伝熱管パネル 23 のガス流れに垂直となる面（幅広の平面）が H R S G の側面ケーシング 1 a に直交しているので、図 11 の H R S G の平面図に示すように立て起こし治具 37 をクレーン 42 により 90 度回転させて、立て起こし治具 37 のガス流れに垂直となる面（幅広の平面）（H R S G の平面図）を側面ケーシング 1 a に沿わせた後、立て起こし治具 37 を側面ケーシング 1 a に仮止めする。

こうして、図 12 に示すように立て起こし治具 37 が側面ケーシング 1 a に安定して支持された状態で、吊り天秤 38 を吊り上げていたクレーン 42 の吊り対象をモジュール 25 の伝熱管パネル支持梁 22 に掛け代えてモジュール 25 のみをクレーン 42 で吊り上げる。このときモジュール 25 のガス流れに垂直となる伝熱管パネル 23 の幅広平面が H R S G のガス流れ方向と平行な向きにあるので、再び吊り上げた状態で 90 度モジュール 25 を回転させて H R S G のケーシング 1 の天井部の開口に挿入するように降下させる。

図 13 (a) には H R S G のケーシング 1 の天井部の一つの開口からケーシング 1 内に挿入したモジュール 25 の上部ケーシング 20 付近の側面図（伝熱管パネル部分取付後の図 8 の A-A 線切断面図）を示す。H R S G ケーシング 1 の天井部に設けられた H 型鋼からなる一対の天井部支持梁 33 の間にモジュール 25 は降りてくるが、ケーシング 1 の天井部支持梁 33 の側面に予め設けられた支持片 36 に重ね合わされる位置にモジュール 25 の上部支持梁 22 を配置して支持梁 22 と支持片 36 をリベットで接続して、さらにモジュール 25 の上部ケーシング 20 と支持梁 33 の間隙部分に当てた鋼板 39 に上部ケーシング 20 と支持梁 33 を溶接接続する。

図 13 (b) に示すようにケーシング 1 の H 型鋼からなる一対の支持梁 33 の

下に予め鋼板 3 9 を溶接しておき、ケーシング 1 の支持梁 3 3 の側面に設けた支持片 3 6 とモジュール 2 5 の上部支持梁 2 2 をリベットで接続した後、モジュール 2 5 の上部ケーシング 2 0 と鋼板 3 9 の間隙部分に当てた鋼板 4 0 で上部ケーシング 2 0 と鋼板 3 9 を溶接接続しても良い。この場合はケーシング 1 の天井部 5 の上側から溶接作業ができ、接続作業性が良くなる。

こうして、前記伝熱管パネルモジュール 2 5 を現地で据え付けることで H R S G のケーシング 1 と共に伝熱管群の設置が完了することになる。また本実施の形態により、H R S G のケーシング 1 の内部上方での危険な建設作業が無くなり、足場の設置、及びその解体作業も不要となり、H R S G のケーシング 1 に容易に、
10 かつ短時間で伝熱管パネル 2 3 を設置できるので短い工期で H R S G を建設できる。

また、本発明の一実施例の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネル 2 3 のみを図 1 4 の斜視図と図 1 5 の平面図で示すが、伝熱管パネル 2 3 の
15 ガス流れに沿った側面にバッフルプレート 4 5 を設け、さらにガスのショートパスを防止するガスショートパス防止板 4 6 を設けた。

各伝熱管パネル 2 3 の両側面にはバッフルプレート 4 5 が設けられ、伝熱管パネル 2 3 とケーシング 1 との隙間からガスがショートパスすることを防止しているが、本実施例のように排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネル
20 2 3 同士の間隙をバッフルプレート 4 5 だけで埋めることはできない。これは、伝熱管パネル 2 3 の据付作業及び該パネル 2 3 の熱伸びを考慮して、隣接伝熱管パネル 2 3 同士の間には隙間を設ける必要があるからである。

前記隙間をそのままにしておくと、この隙間をガスが通り抜け、その結果、伝熱管パネル 2 3 を通過するガス量が減少するため回収熱量が低下するという問題
25 が生じる。そのため、従来は、伝熱管パネル 2 3 の間隙は伝熱管パネル 2 3 の設置後に、図 1 6 の平面図に示すように、隣接パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 同士の間隙のガス入口部及び出口部にガスショートパス防止板 4 7 を設置していた。しかし、高所を含めて高さ方向に足場を設置した後、ガスショートパス防止板 4 7 を設置するために、高所作業による作業員の落下防止等の安全対策を施すなど、

据付期間が長くなっていた。

そこで本実施例では、各伝熱管パネル 2 3 のガス入口部及び出口部に相当する位置の片側の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 にガスショートパス防止板 4 6 を予め工場等に取り付けて建設現地に持ち込み、ガスショートパス防止板 5 4 6 を取り付けた伝熱管パネル 2 3 を先に据え付ける。矩形状のガスショートパス防止板 4 6 の一側面はバッフルプレート 4 5 取り付け、その反対側の側面はフリーにしておく。

ガスショートパス防止板 4 6 を取り付けた伝熱管パネル 2 3 を建設現地で据え付けた後、並列配置される他方のガスショートパス防止板 4 6 のない伝熱管パネル 10 ル 2 3 を据え付けるが、このとき、前記ガスショートパス防止板 4 6 が、他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 に接触するように他方の伝熱管パネル 2 3 を据え付ける。

こうしてガスが流れると、ガスショートパス防止板 4 6 のフリーの側面がガス入口側で他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 に圧接するので、前記 15 2 つの伝熱管パネル 2 3 間の隙間が無くなり、ガスのショートパスが無くなる。

また、ガスショートパス防止板 4 6 のフリーにした側面を折曲形状にしておく
と、ガス流が効率良く前記折曲部に巻き込まれるので、より確実に他方の伝熱管
パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 にガスショートパス防止板 4 6 が押圧され、
前記隙間を無くし、ガスのショートパスを確実に防止できる。

20 このように、各伝熱管パネル 2 3 の両側面に設けられたバッフルプレート 4 5
にガスショートパス防止板 4 6 を機器製造工場等で予め取り付けておくことで、
H R S G 建設現地での取り付け用の足場を組む必要が無くなり、ガスショートパ
ス防止板 4 6 の据付期間の短縮と、据付作業の安全性を図った。

25

産業上の利用可能性

本発明によれば、H R S G の主柱 3 3 と主梁 3 4 などの強度部材の一部（モジュールフレーム 2 4、2 5）を伝熱管パネルモジュール 2 0 の構成部材として共通化する構成を採用することで、排熱回収ボイラの伝熱管群モジュール 2 0 を建

設現地に据え付る場合に各モジュール 20 間および該モジュール 20 と H R S G の前記強度部材との連結部に H R S G 建設現地での据付性の高い構造を適用できる。

また、H R S G の建設現地に予め設ける強度部材の底部柱 36 を主柱 33 より 5 幅広とすることで伝熱管パネルモジュール 20 の据付作業を低減でき、複合発電プラントの建設工程の合理化が図れると共に現地据付コストを低減することができる。

さらに、モジュールフレーム 24、25 は H R S G の建設後には、主柱 33、主梁 34 などの H R S G の強度部材の一部となるので、建設後に廃棄する部材は 10 ほとんど発生しない利点がある。

また、伝熱管パネルモジュール 20 の輸送時には隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 18 とケーシング 1 との間に揺れ止め用固定部材を配置するので輸送時の伝熱管パネルモジュール 20 の損傷を防ぐことができ、遠隔地への伝熱管パネルモジュール 20 の輸送が容易となる。

15 さらに、炉幅方向（ガス流れに直交する方向）における隣接配置される二つの伝熱管パネル 23 の間であって、一方の伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 45 に一側面部が接続され、他方の伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 45 に他の側面部が接触するガスショートパス防止板 46 を取り付け、特に伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 45 に接触するガスショートパス防止板 46 の側面部を 20 ガス流路内のガス流れ上流側に折り曲げておくと、二つの伝熱管パネル 23 の間からガスがショートパスすることがなくなり、ガスの保有熱を有効に回収することができる。

また、予め一方の伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 45 にガスショートパス防止板 46 の一側面部を取り付けておくと、H R S G の建設現地では炉内足場 25 無しでガスショートパス防止板 46 を有する伝熱管パネル 23 を設置できるので、据付工事期間が短縮され、高所作業が無くなるため据え付け作業の安全上も好ましい。

請求の範囲

1. 排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路を構成するケーシング 1 内に伝熱管群 3 を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、

5 伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と該伝熱管パネル 2 3 の上方に設けた上部ケーシング 2 0 と該上部ケーシング 2 0 の上面に設けられた前記伝熱管パネル支持梁 2 2 を含む部材を輸送フレーム 2 4 内に収納して得られるモジュール 2 5 を排熱回収ボイラの設計仕様に従って必要なサイズと個数分作製し、

10 予め排熱回収ボイラの建設現地において天井部支持梁 3 3、3 4 を含む前記モジュール 2 5 支持用の構造部材と天井部以外の排熱回収ボイラの側面ケーシング 1 a、1 b と底面ケーシング 1 c を建設しておき、

前記各モジュール 2 5 を排熱回収ボイラの建設現地において隣接する各天井部支持梁 3 3 間に上方から吊り降ろすことで天井部支持梁 3 3 の設置高さに各モジ

15 ュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して両方の支持梁 2 2、3 3 を接続用の鋼板 3 6、3 9、4 0 を介して接続固定することを特徴とする排熱回収ボイラの建設方法。

2. 排熱回収ボイラの建設現地において各モジュール 2 5 のガス流れに垂直となる面を上下方向に配置して立て起こし治具 3 7 上に仮止めし、

各モジュール 2 5 を載置した前記立て起こし治具 3 7 を排熱回収ボイラの側面ケーシング 1 a 又は 1 b の隣接位置においてクレーン 4 2 により、立て起こし治具 3 7 の長手方向が鉛直方向に向くように立て掛け、

次いで、各モジュール 2 5 のガス流れと垂直になる面が排熱回収ボイラの側面
25 ケーシング 1 a 又は 1 b に沿うように配置して前記立て起こし治具 3 7 を側面ケーシング 1 a 又は 1 b に仮止めし、

クレーン 4 2 の吊り上げ対象を、側面ケーシング 1 a 又は 1 b に仮止めした立て起こし治具 3 7 の内部に載置されているモジュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 に代え、該モジュール 2 5 を上方に吊り上げて立て起こし治具 3 7 から外し、

排熱回収ボイラのモジュール 2 5 の支持構造部材の中の隣接する天井部支持梁 3 3 間に上方から前記クレーン 4 2 で吊り上げたモジュール 2 5 を吊り下げることとを特徴とする請求項 1 記載の排熱回収ボイラの建設方法。

5 3. 天井部支持梁 3 3 の設置高さに各モジュール 2 5 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して前記両方の支持梁 2 2、3 3 を接続用の第一の鋼板 3 6 を介して接続固定した後に、各モジュール 2 5 の上部ケーシング 2 0 と天井部支持梁 3 3 の間にできる間隙を第二の鋼板 3 9 で塞いで、前記上部ケーシング 2 0、天井部支持梁 2 2 および第二の鋼板 3 9 を溶接接続することを特徴とする請求項 1 記載の
10 排熱回収ボイラの建設方法。

4. 伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と該伝熱管パネル 2 3 の上方に設けた上部ケーシング 2 0 と該上部ケーシング 2 0 の上面に設けられた前記伝熱管パネル支持梁 2 2 を含む部材からなる伝熱管パネ
15 ルモジュール 2 5 と、前記モジュール 2 5 を収納した剛体からなる輸送フレーム 2 4 とを一モジュール単位として、前記一モジュール単位の伝熱管パネル 2 3 には伝熱管群 3 の長手方向を横断する方向に隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 1 8 とを備えたことを特徴とする排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュール。

20

5. 該防振サポート 1 8 の端部と輸送フレーム 2 4 との間に配置される揺れ止め用固定部材 3 2 とを備えたことを特徴とする請求項 4 記載の排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュール。

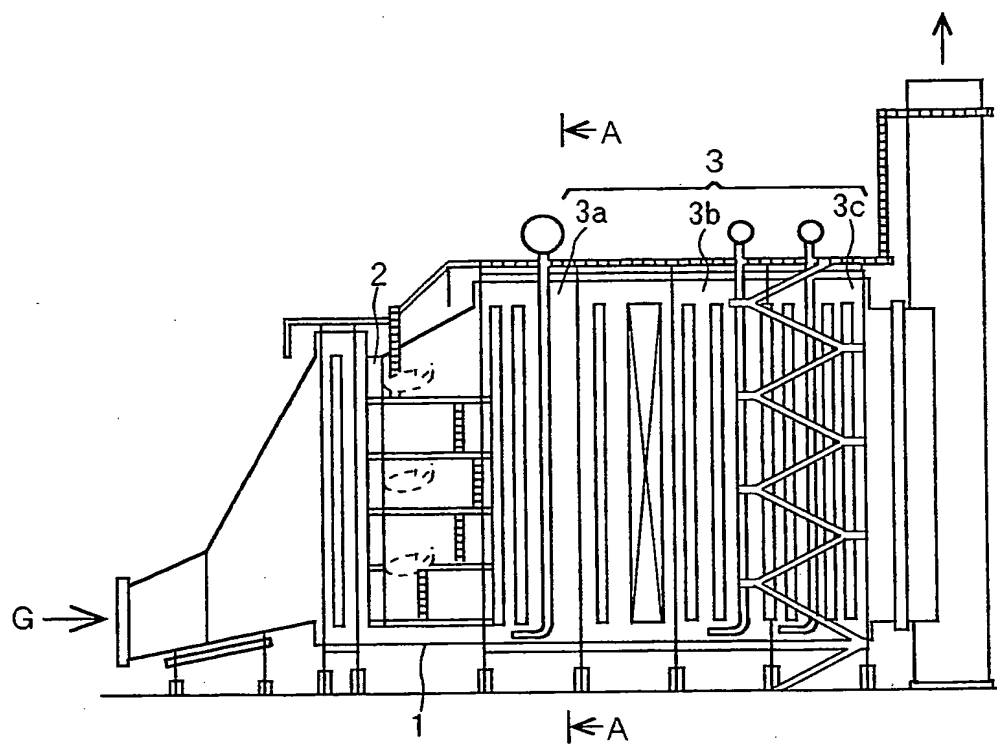
25 6. 各伝熱管パネル 2 3 のガス流れに沿う両側面にはガスバル防止用のバッフルプレート 4 5 を取り付け、ガス流れに直交する方向に隣接配置される二つの伝熱管パネル 2 3 の間には、一方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 に一側面部が接続され、他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 に他の側面部が接触するガスショートパス防止板 4 6 を取り付けたことを特徴とする請求項

4 記載の排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュール。

7. 伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 4 5 に接触するガスショートパス防止板 4 6 の側面部をガス流れ上流側に折り曲げたことを特徴とする請求項 6 記載 5 の排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュール。

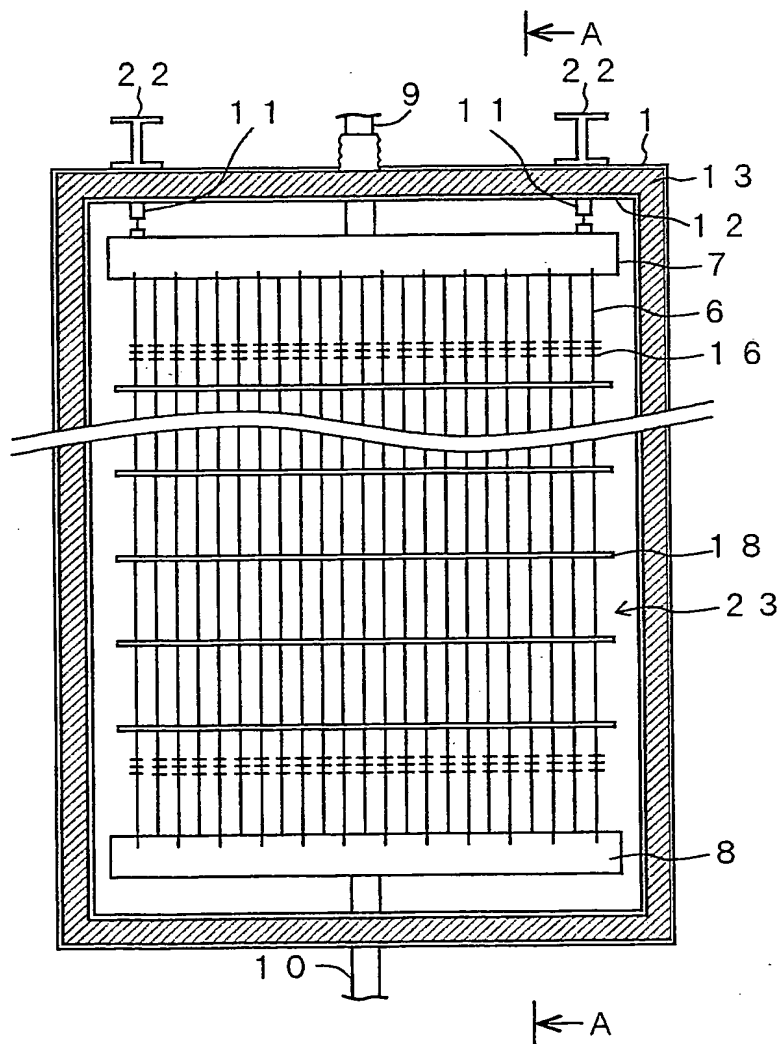
1 / 16

FIG. 1



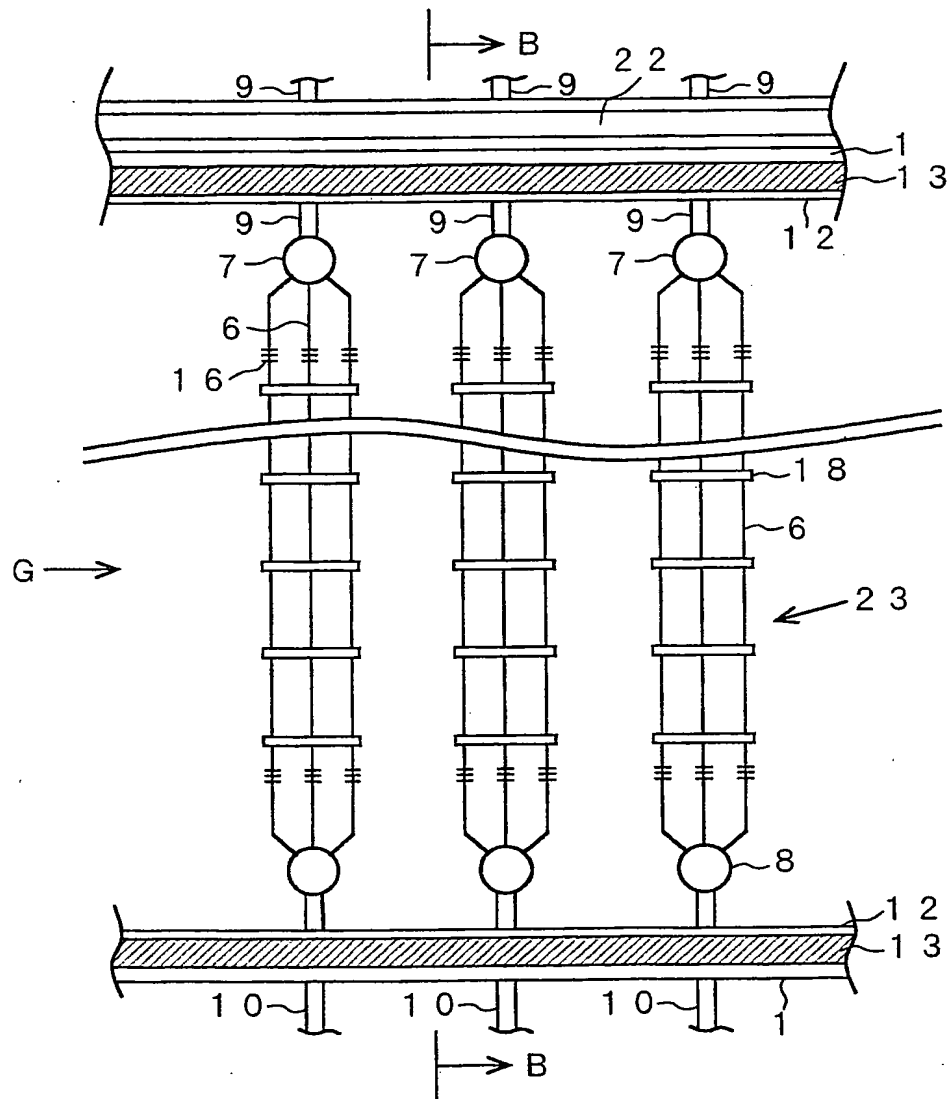
2 / 16

FIG. 2



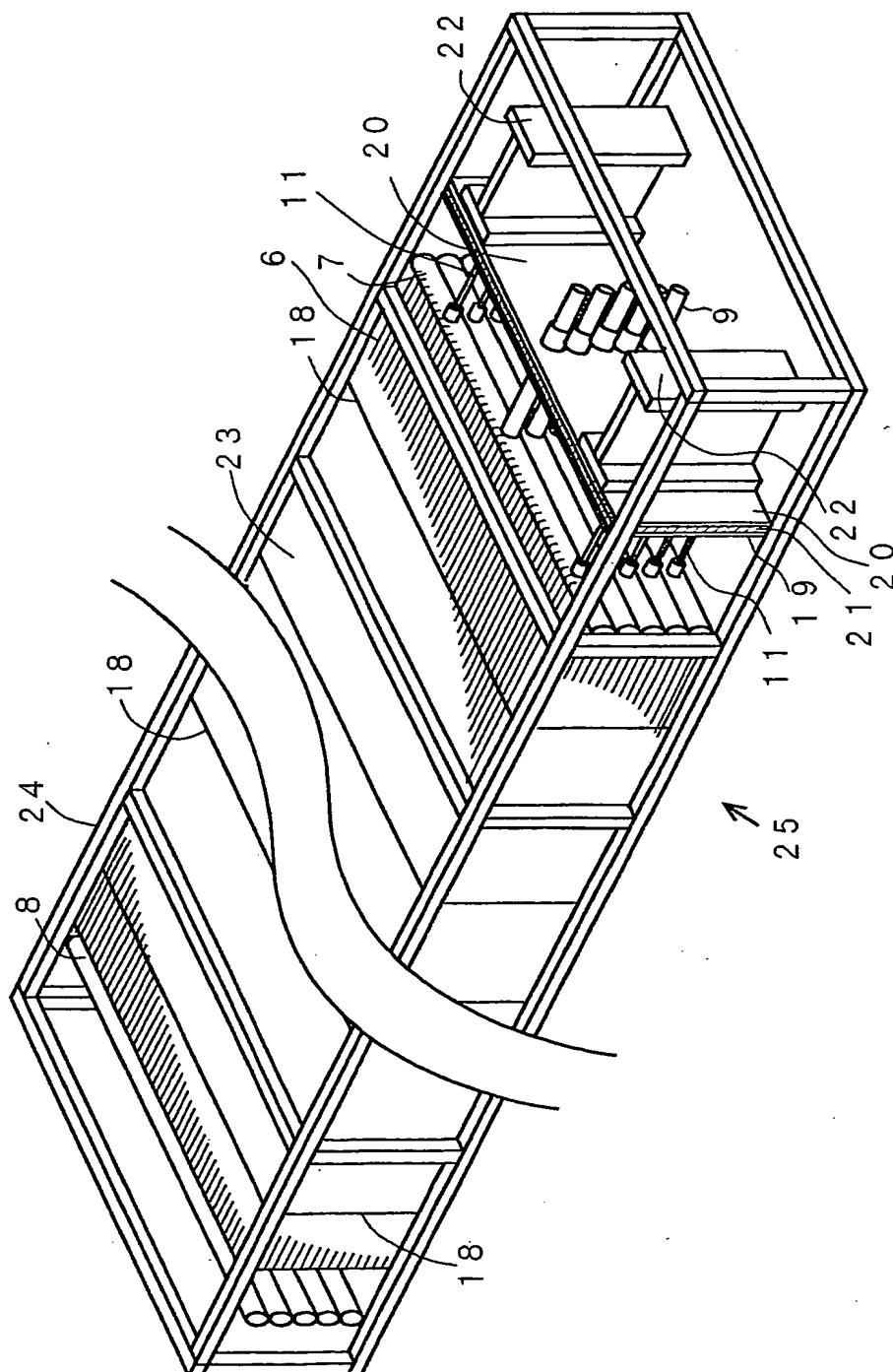
3/16

FIG. 3



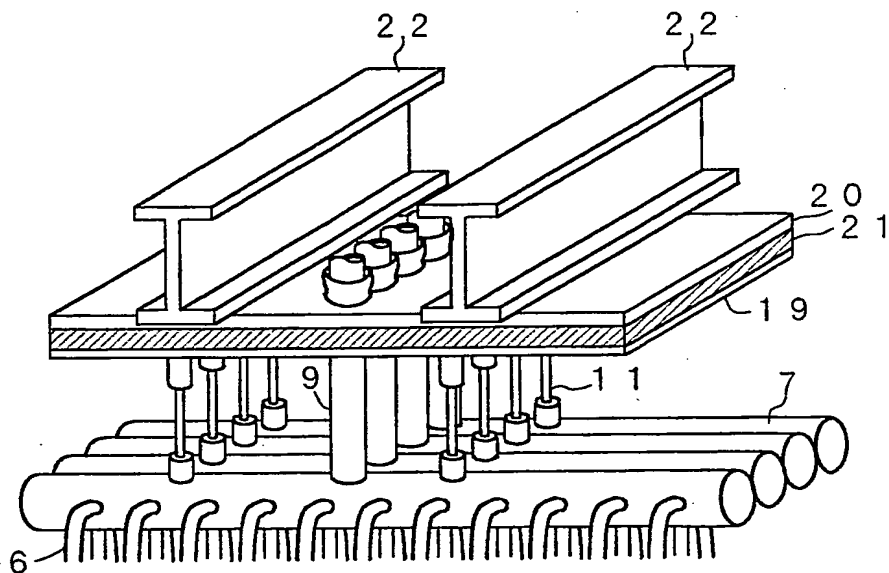
4 / 16

FIG. 4



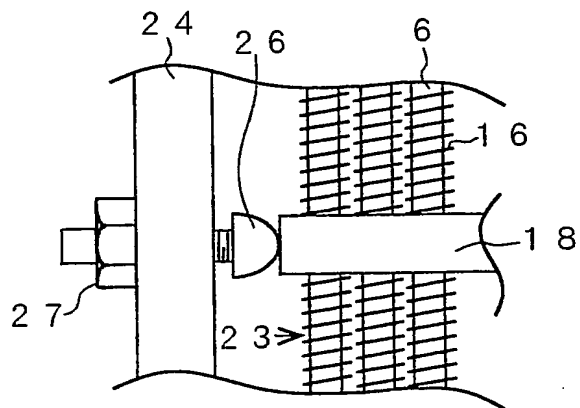
5 / 16

FIG. 5

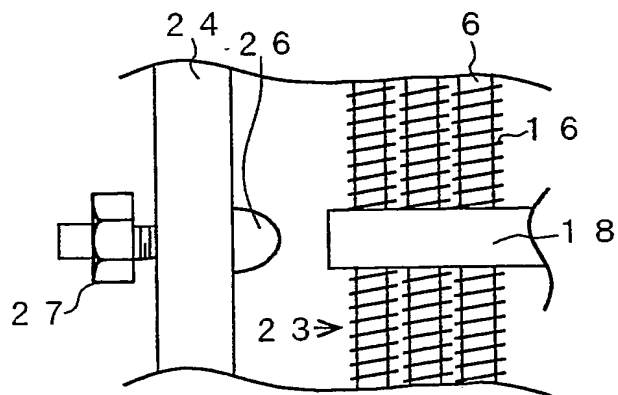


6 / 16

FIG. 6



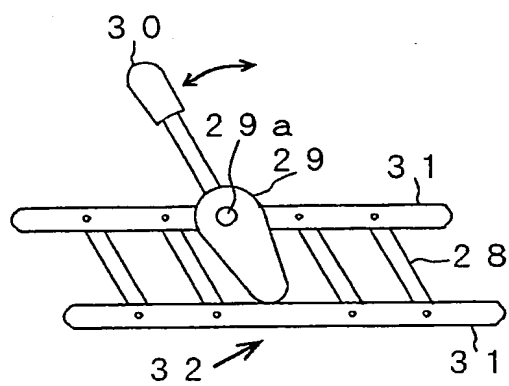
(a)



(b)

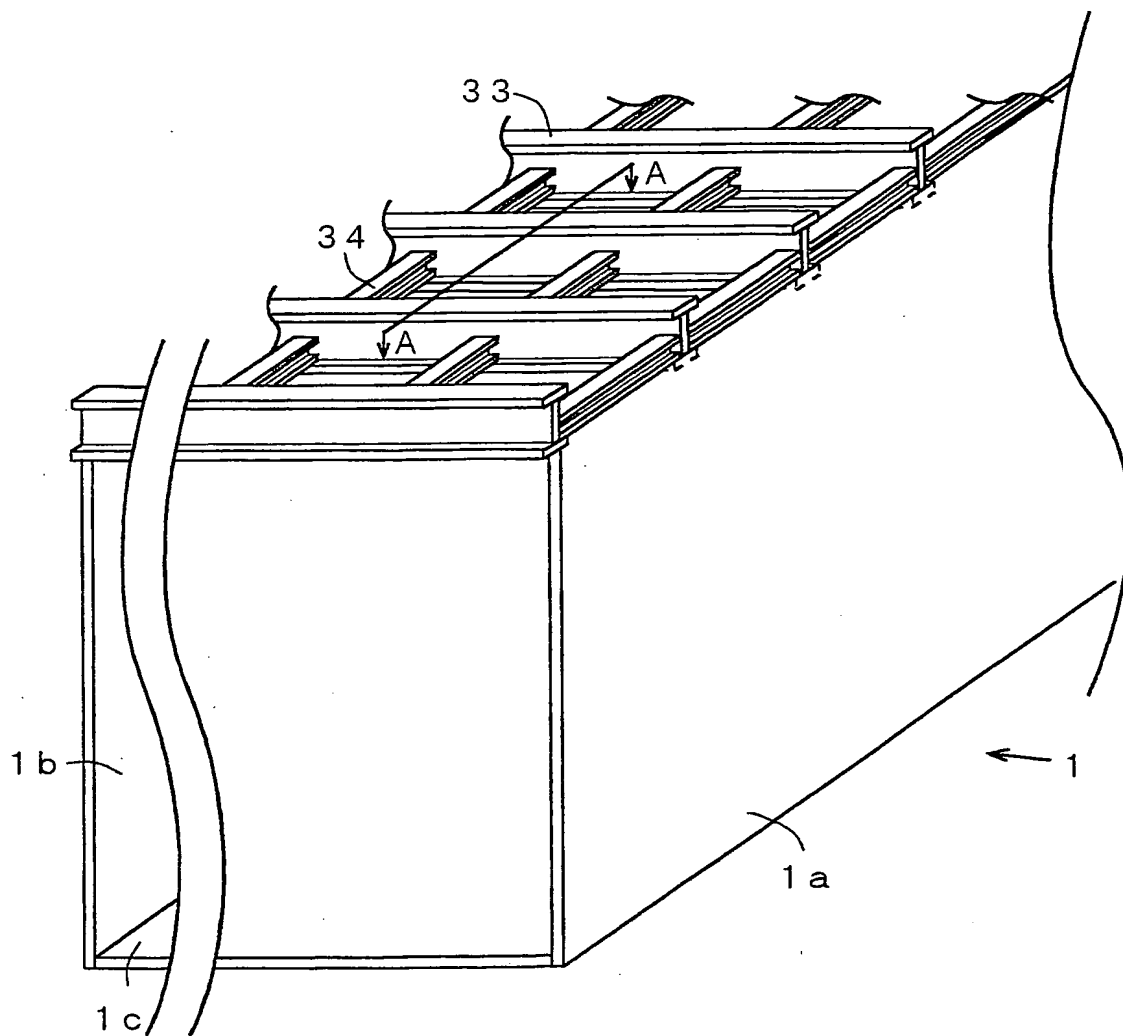
7/16

FIG. 7



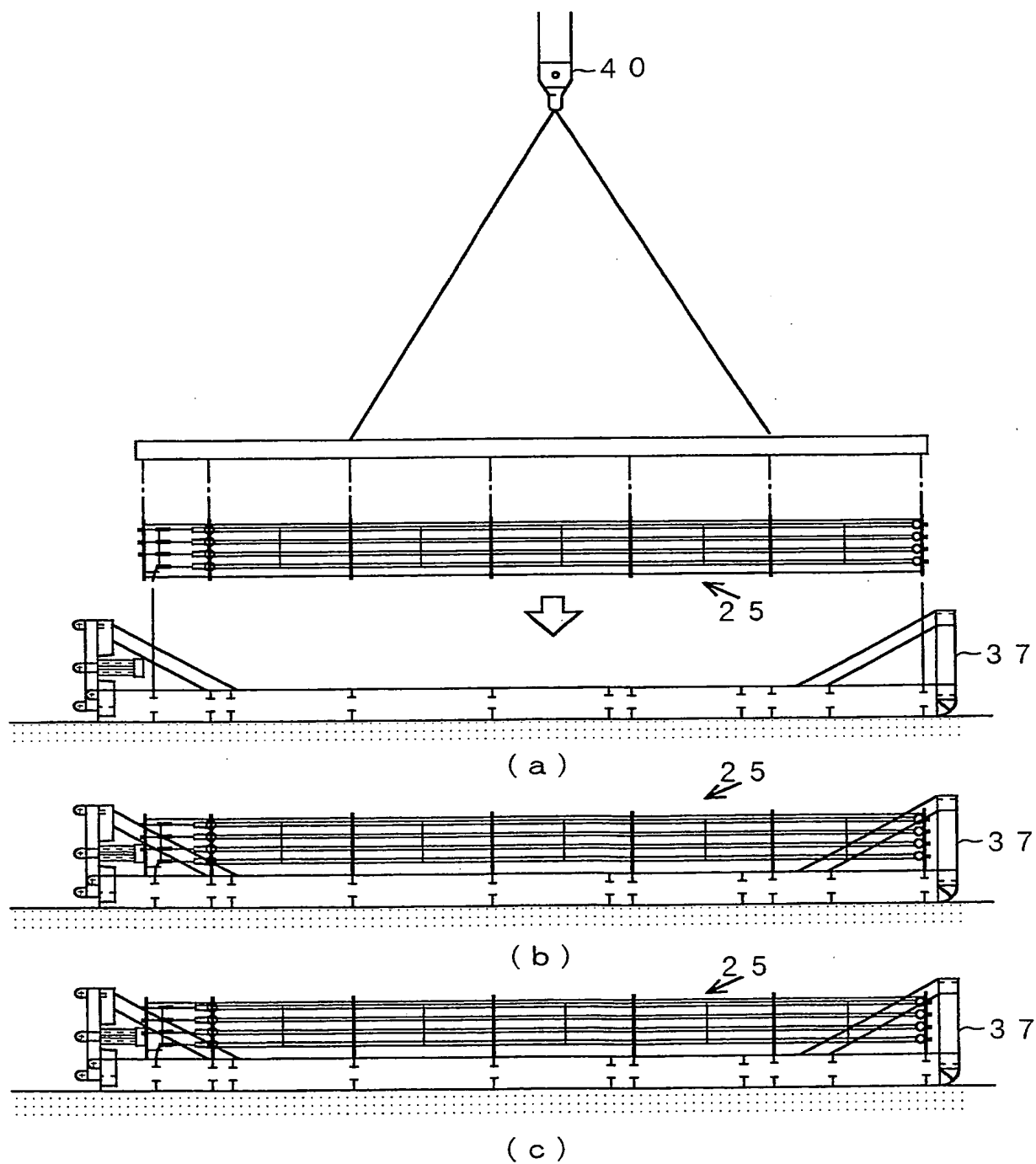
8 / 16

FIG. 8



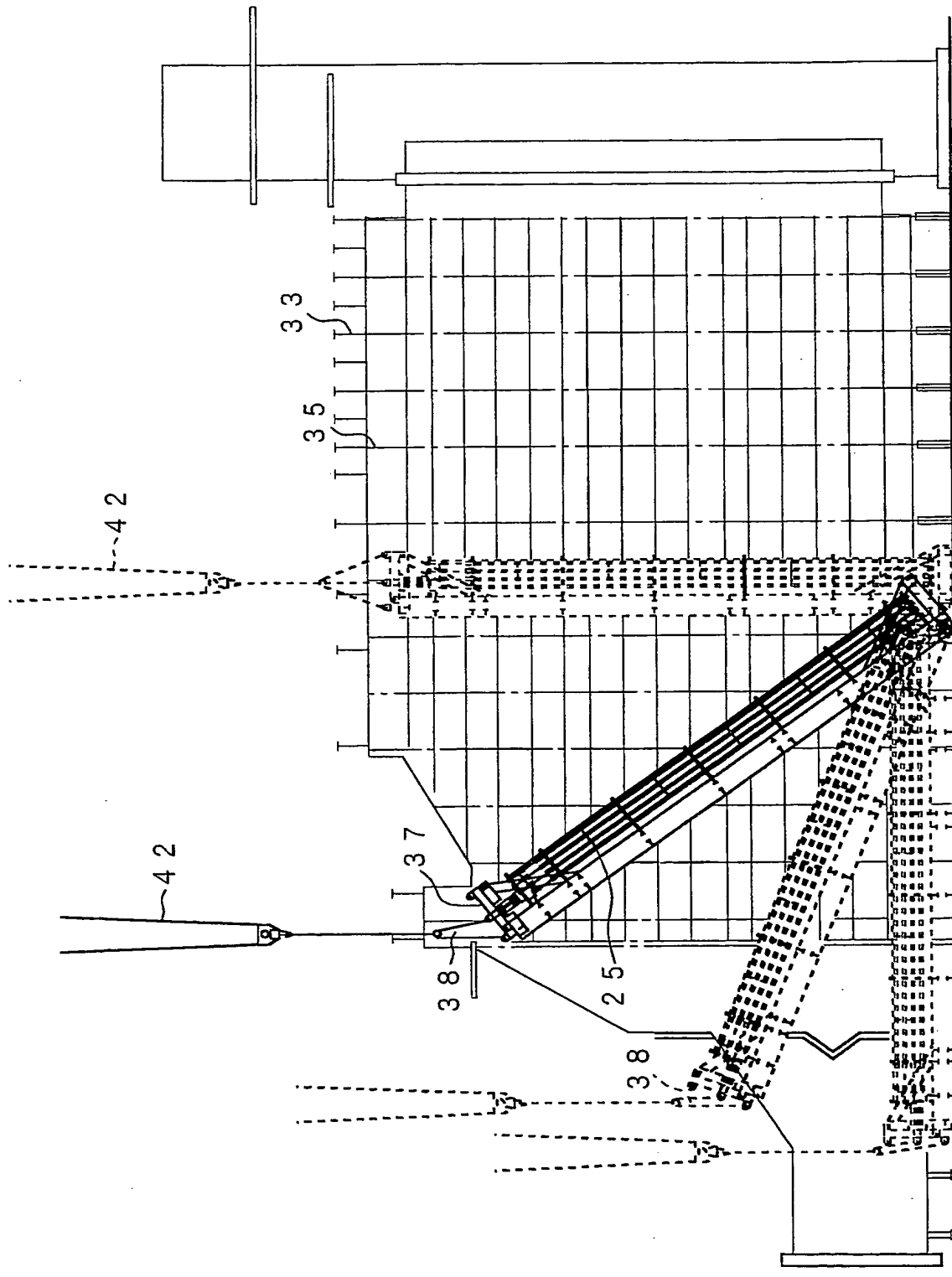
9/16

FIG. 9



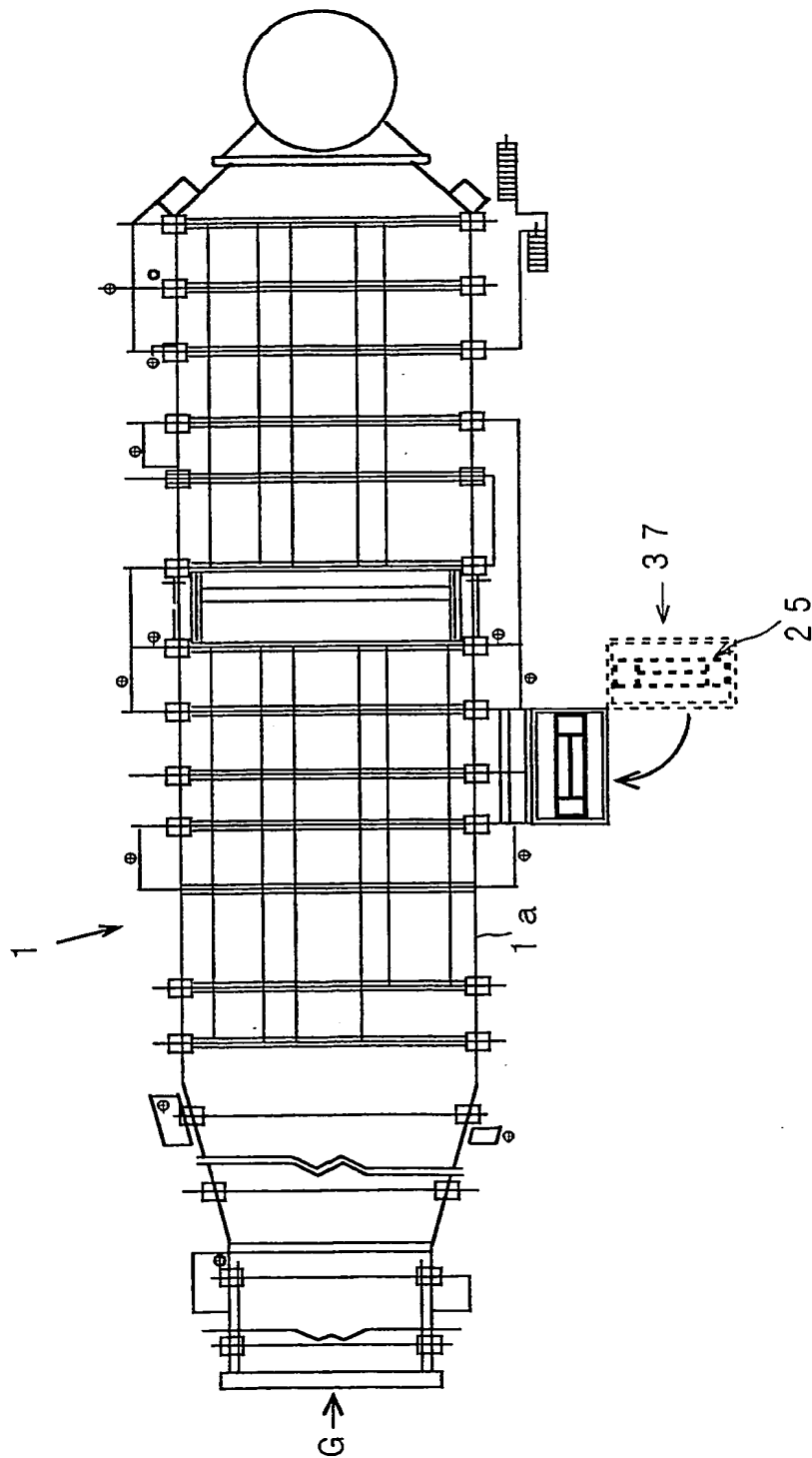
10/16

FIG. 10



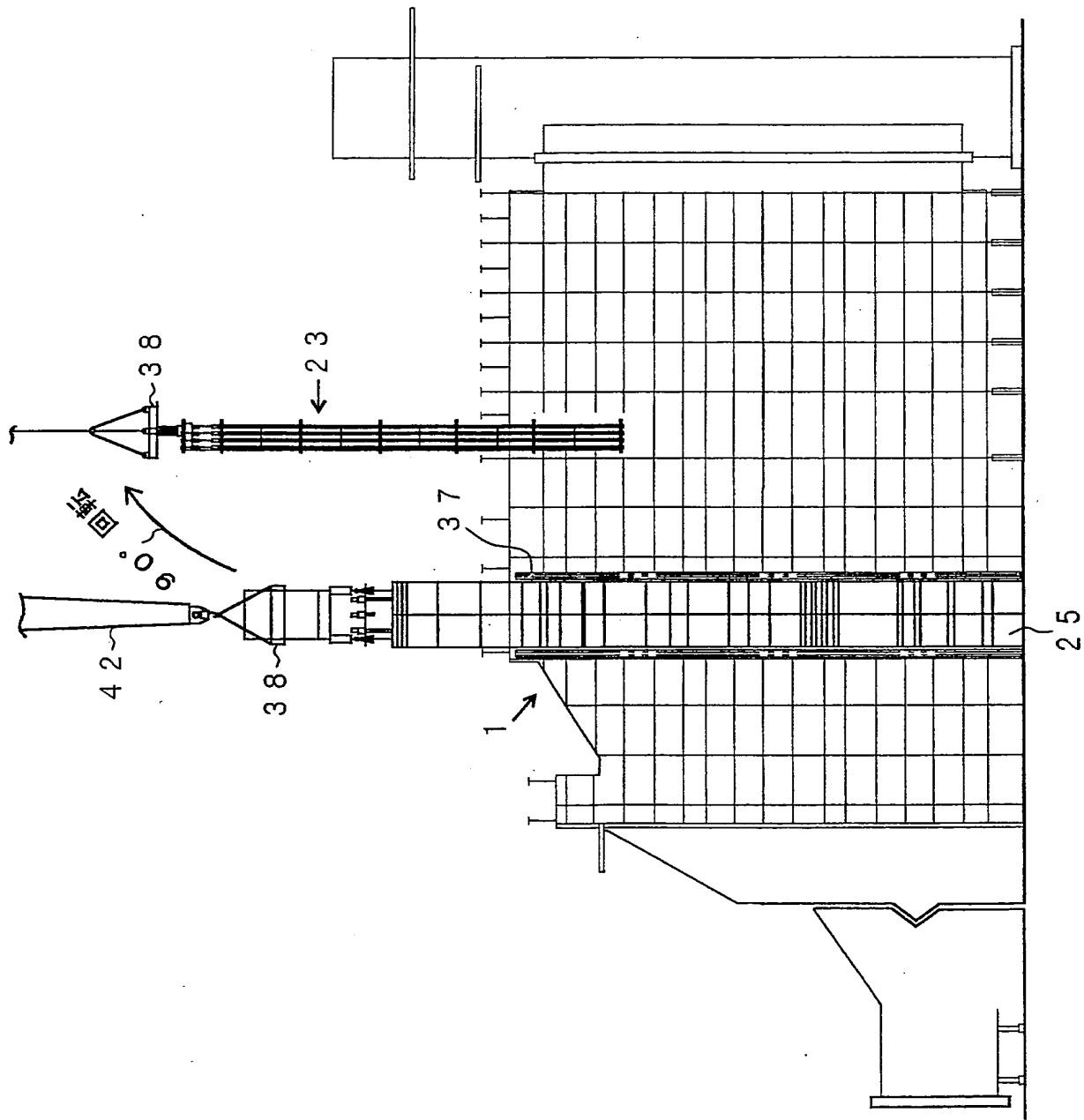
11/16

FIG. 11



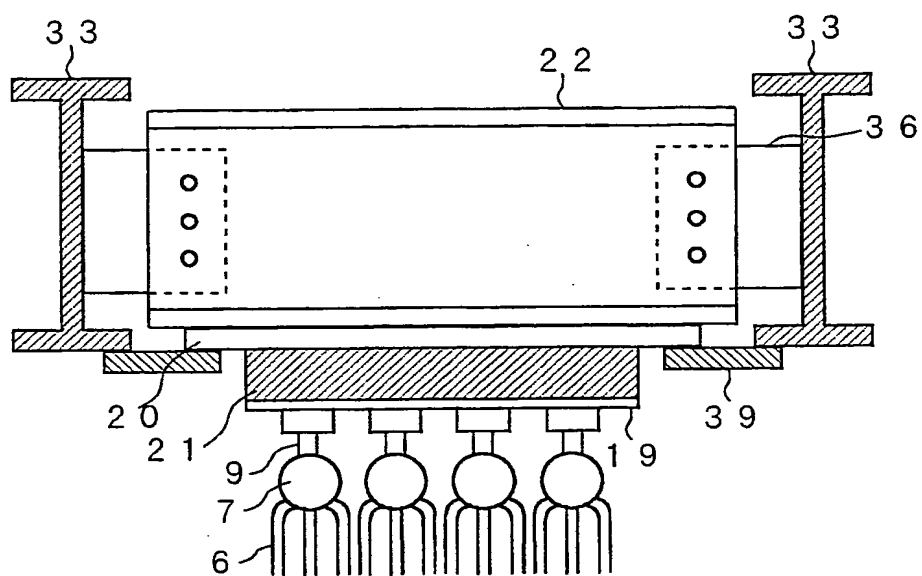
12/16

FIG. 12

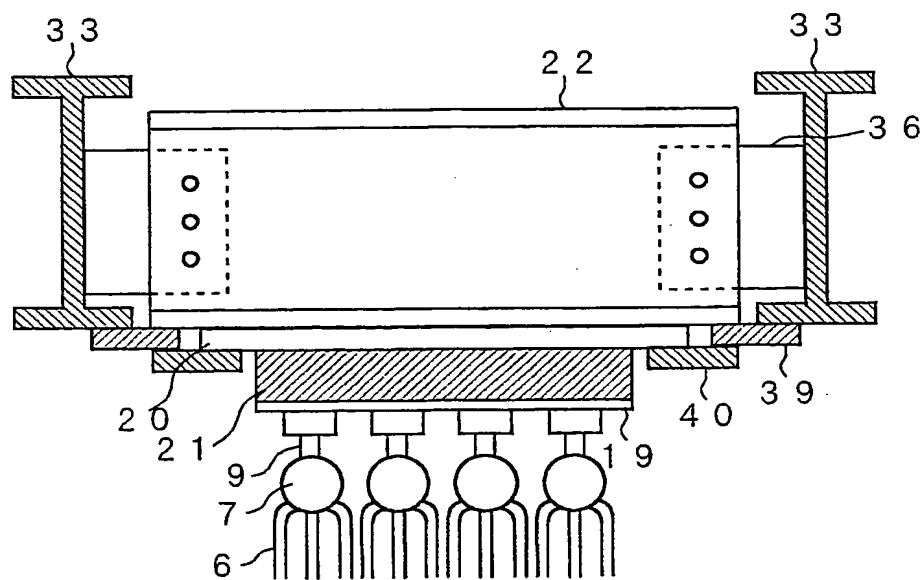


13/16

FIG. 13



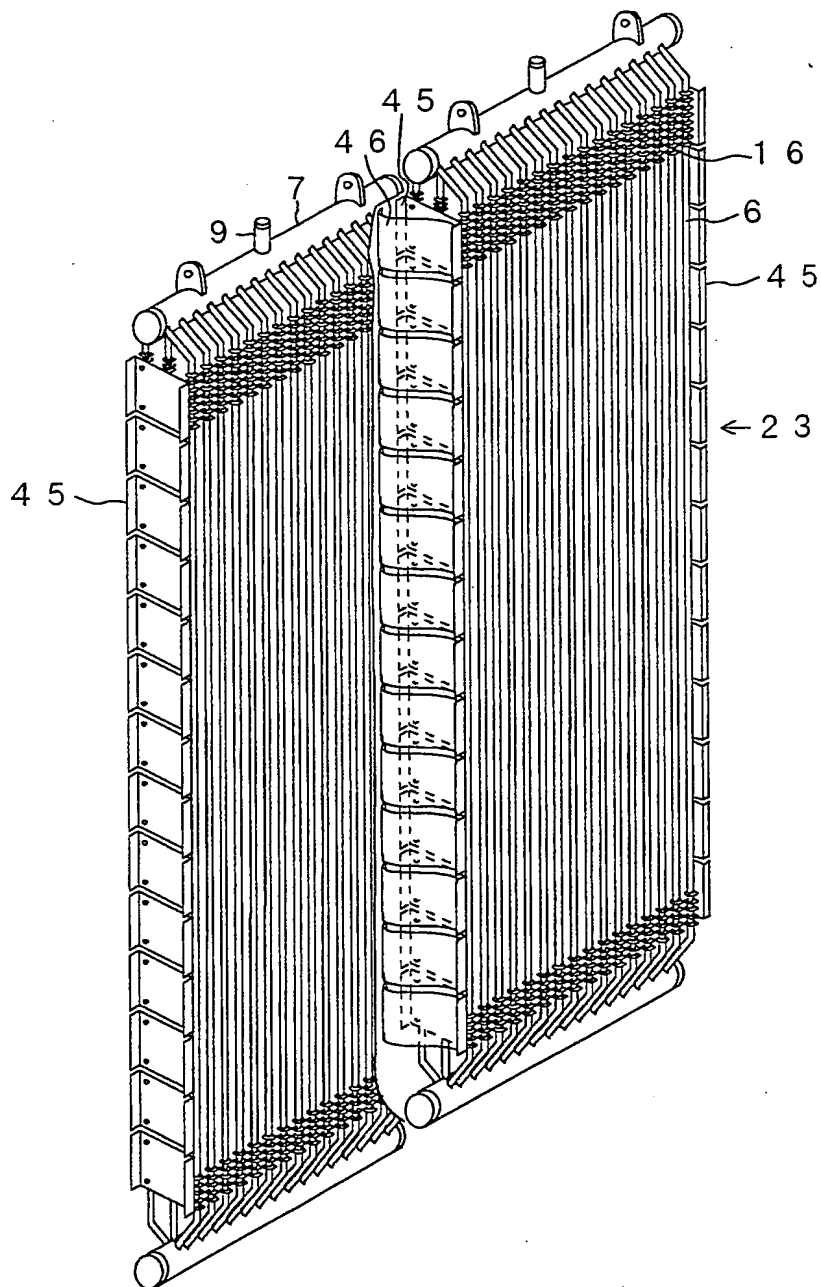
(a)



(b)

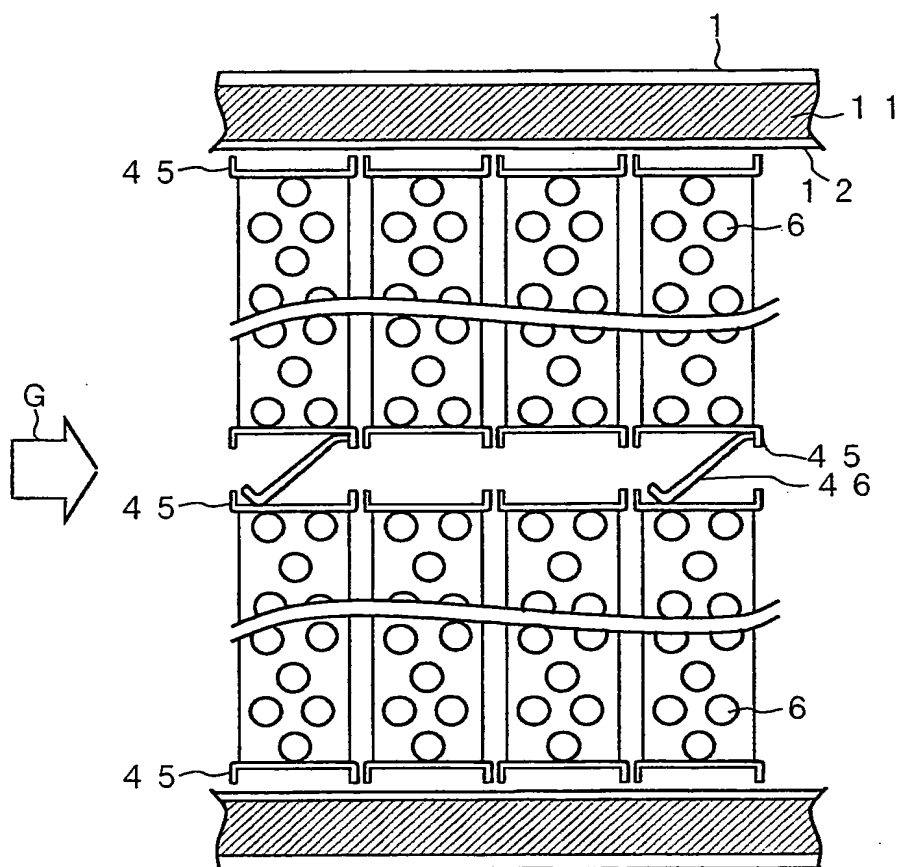
14/16

FIG. 14



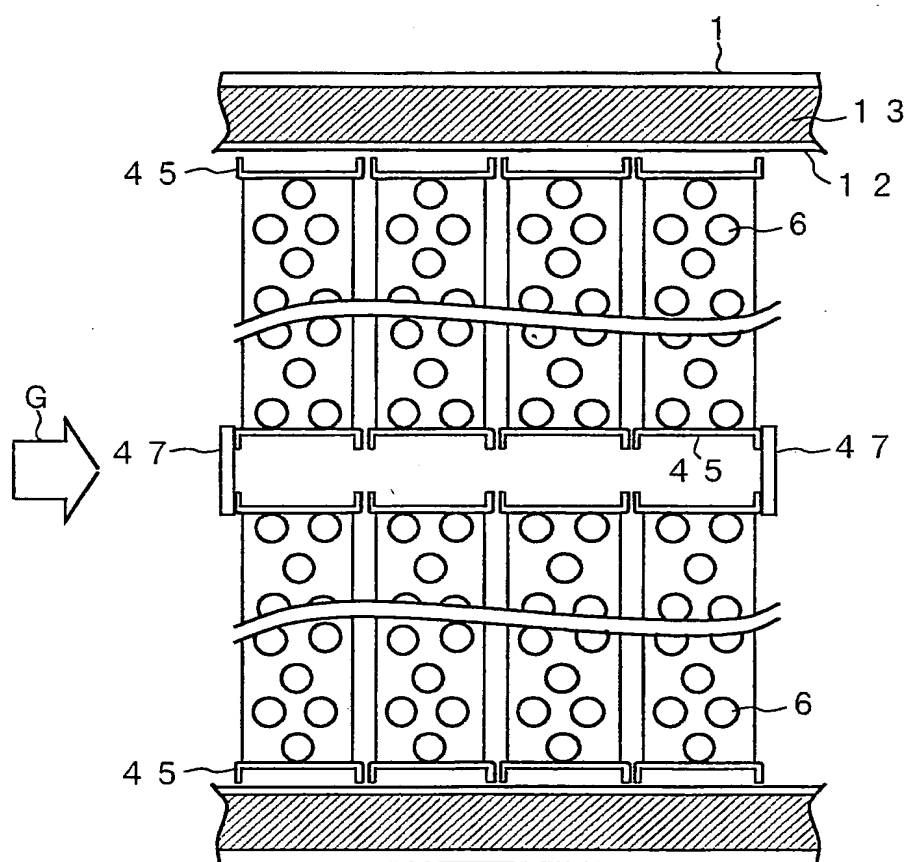
15/16

FIG. 15



16 / 16

FIG. 16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F22B1/18, F22B37/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F22B1/18, F22B37/10, F22B37/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4685426 A1 (THE BABCOCK & WILCOX CO.), 11 August, 1987 (11.08.87), Full text; Fig. 4 & JP 62-266301 A	1-3
A	JP 2001-263602 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 26 September, 2001 (26.09.01), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3
X Y	JP 2000-18501 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 18 January, 2000 (18.01.00), Full text; Fig. 1 (Family: none)	4, 5 6, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search
21 August, 2003 (21.08.03)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2003 (02.09.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09657

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-124501 A (Toshiba Corp.), 24 April, 1992 (24.04.92), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	6, 7